



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer: **AT 401 525 B**

(12)

# PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 90/94

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> : **C10L 5/44**  
B29C 47/38

(22) Anmeldetag: 19. 1.1994

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1996

(45) Ausgabetag: 25. 9.1996

(56) Entgegenhaltungen:

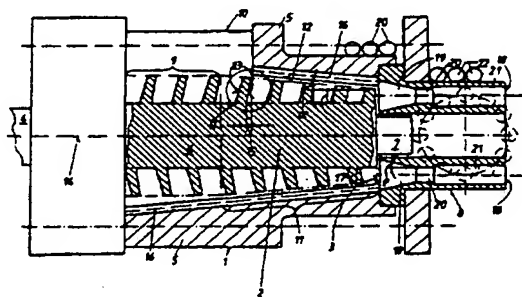
DE 3422912A FR 2601380A US 4415336A JP 58029895A

(73) Patentinhaber:

TESSMER GERO ING.  
A-4040 LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON BRENNMATERIAL AUS BIOMASSE

(57) Um aus Biomasse stückiges Brennmaterial zu schaffen, das nicht nur infolge einer hohen Dichte einen hohen Heizwert aufweist, sondern das auch in einfacher Weise ohne Verwendung von speziellen, insbesondere anorganischen Bindemitteln herstellbar ist, wird ausschließlich aus Biomasse bestehendes Brennmaterial in zwei Stufen verdichtet, nämlich erstens durch einen sich infolge eines verminderten Gangvolumens einer Schnecke (2) des Schneckenextruders einstellenden Preßvorgang und zweitens durch einen nach Austritt des vorverdichteten Brennmaterials aus dem Schneckengang (17) durchgeführten Verdichtungsschritt, der ein kontinuierliches Schieben der Biomasse durch eine Mehrzahl von im Bereich des Schneckenganges (17) angeordneter, sich in Schieberichtung im Querschnitt verjüngender Öffnungen (18) beinhaltet.



BEST AVAILABLE COPY

DAR 6072618

Die Erfindung betrifft ein Verfahren, zum kontinuierlichen Herstellen von stückigem Brennmaterial aus Biomasse durch Verdichten und Schneckenextrudieren, sowie eine Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Ein Verfahren dieser Art ist beispielsweise aus der DE-A - 34 22 912 bekannt. Hierbei wird eine naturfeuchte Biomasse auf eine bestimmte Teilchengröße zerkleinert und sodann mit einem nicht oxidierten plastischen mikrokristallinen Wachs innig vermischt, wobei zur Bindung der Feuchte ein mit dem mikrokristallinen Wachs verträgliches anorganisches Adsorptionsmittel vor der Wachsbeimengung zugemischt wird. Die beigemischten Mikrowachse sind mineralischen Ursprungs und weisen eine klebrig plastische Konsistenz auf. Die Biomasse wird mittels einer Preßschnecke diskontinuierlich in eine Verdichtungskammer eingepreßt und der so gebildete Preßling aus dieser Verdichtungskammer ausgeworfen.

Aus der DE-A - 31 11 324 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffes aus Biomasse bekannt, der aus Altöl, Altfett, Kunststoffabfällen und Ton, Lehm oder Schiefer, Schmiersand sowie Papier, Stroh und Holz gebildet wird. Diese Masse wird so lange verrührt, bis sie fast trocken, aber dennoch leicht klebrig ist, worauf diese Masse diskontinuierlich in Formen unter hohem Druck eingepreßt wird.

Eine kontinuierliche Herstellung von Brennstoff aus cellulosehaltigem Material, wie Holz und/oder Papier, ist weiters aus der DE-A - 36 30 248 bekannt, wobei das Material in einer Schneckenpresse verdichtet wird. Weiters enthält der Brennstoff Polyäthylen, der der Masse eine Bindung gibt, wodurch erst eine hohe Dichte der Masse erzielt werden kann.

All die bekannten Verfahren weisen Nachteile auf, die vor allem darin zu sehen sind, daß die Biomasse entweder infolge des gebundenen hohen Feuchtigkeitsgehaltes (vgl. DE-A - 34 22 912) oder infolge der Zumischungen, die einen erheblichen Anteil an den Heizwert herabsetzenden Komponenten enthalten (vgl. insbesondere die DE-A - 31 11 324), nur einen relativ geringen Heizwert aufweist. Ein weiterer wesentlicher Nachteil ist darin zu sehen, daß für die Bildung von stückigem Brennmaterial Bindemittel (gemäß der DE-A - 36 30 248 ein anorganisches Bindemittel) zugegeben werden müssen. Das Verarbeiten von klebriger Biomasse ist anlagentechnisch nicht unproblematisch, insbesondere bei diskontinuierlichen Verfahren. Diskontinuierliche Verfahren bedingen zur Erzielung einer hohen Leistung zudem einen hohen anlagentechnischen Aufwand.

Die Erfindung bezweckt die Vermeidung dieser Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zur Herstellung von stückigem Brennmaterial aus Biomasse zu schaffen, die nicht nur einen hohen Heizwert aufweist, insbesondere infolge einer sehr hohen Dichte, sondern das auch in einfacher Weise, insbesondere ohne Verwendung von anorganischen Bindemitteln, und mit einem geringen apparativen Aufwand verwirklichtbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Herstellung von ausschließlich aus Biomasse bestehendem Brennmaterial in Form von Pellets die Verdichtung in zwei Stufen durchgeführt wird, nämlich erstens durch einen sich infolge eines vermindernden Gangvolumens einer Schnecke des Schneckenextruders einstellenden Preßvorgang und zweitens durch einen nach Austritt des vorverdichteten Brennmaterials aus dem Schneckengang durchgeführten Verdichtungsschritt, der ein kontinuierliches Schieben der Biomasse durch eine Mehrzahl von im Bereich des Schneckenganges angeordneter, sich in Schieberichtung im Querschnitt verjüngender Öffnungen beinhaltet.

Durch die erfindungsgemäße zweistufige Verdichtung gelingt es einerseits, eine sehr hohe Dichte des Brennmaterials zu erzielen, wobei in unproblematischer Weise das in der Biomasse enthaltene Wasser ausgetrieben werden kann. Hierdurch läßt sich die Biomasse wiederum leichter weiterverdichten, was eine besondere Steigerung des Heizwertes ergibt. Außerdem gelingt es, Pellets relativ hoher Festigkeit ohne Zugabe von Bindemitteln herzustellen.

Vorteilhaft wird die Biomasse während des ersten Verdichtungsschrittes auf 100 bis 400 °C erhitzt, wobei zweckmäßig auch während des zweiten Verdichtungsschrittes eine Erhitzung auf 100 bis 400 °C erfolgt.

Vorzugsweise wird die Biomasse von Holzsägespänen und/oder Holzhobelspänen und/oder Rinde und/oder Holzschleifabfällen und/oder Stroh und/oder Tischlereiabfällen und/oder Heu und/oder Laub und/oder Energiepflanzen, wie Chinagrass, und/oder Hackschnitzeln und/oder Ernterückständen, wie Maisspindeln, und/oder Waldabfällen, wie Zweigen, Nadeln, und/oder Torf gebildet.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens gelingt es, stückiges Brennmaterial aus relativ grober Biomasse herzustellen, so daß eine Vorzerkleinerung, wenn überhaupt, nur in geringem Ausmaß erforderlich ist. Zweckmäßig wird die Biomasse von Stücken, deren größte Abmessungen bis zu 70 mm, vorzugsweise bis zu 50 mm, betragen, gebildet und werden daraus Pellets mit einem Durchmesser zwischen 5 und 40 mm, vorzugsweise zwischen 10 und 25 mm, und einer Länge zwischen 5 und 70 mm, vorzugsweise zwischen 10 und 50 mm, gebildet.

Die Erfindung stellt sich auch die Aufgabe, eine besonders einfache, kostengünstige und betriebssichere, d.h. wenig stör anfällige und einfach zu wartende Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zu schaffen, die einen in einem Gehäuse umlaufenden Schneckenextruder aufweist. Erfindungsgemäß ist diese Einrichtung durch die Kombination folgender Merkmale gekennzeichnet:

- 5     • eine Schnecke mit einem gegen das Austrittsende sich vermindern dem Gangvolumen und
- eine am Austrittsende der Schnecke angeordnete Matrize mit einer Mehrzahl im Bereich des Schneckenganges der Schnecke angeordneter Öffnungen, deren dem Austrittsende der Schnecke zugewandten Endbereiche in Förderrichtung sich im Querschnitt verjüngend, vorzugsweise kegelförmig, gestaltet sind.

10     Vorteilhaft ist der Schaft der Schnecke zylindrisch ausgebildet und weist ein die Schnecke außen umhüllender Kegelmantel einen Öffnungswinkel im Bereich von 5 bis 30° auf, wobei zweckmäßig der Schaft der Schnecke zylindrisch ausgebildet ist und ein die Schnecke außen umhüllender Kegelmantel einen Öffnungswinkel im Bereich von 5 bis 30° aufweist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weisen die kegelförmig gestalteten Endbereiche der 15 Matrize einen Öffnungswinkel im Bereich von 5 bis 30° auf, wobei vorteilhaft die kegelförmigen Endbereiche einreihig angeordnet sind und die schneckenseitig liegenden Enden der kegelförmigen Endbereiche einen Durchmesser aufweisen, der größer ist als die lichte Weite des Schneckenganges am Ende der Schnecke.

Es ist jedoch auch möglich, die Öffnungen mehrreihig anzuordnen. Die Verminderung des Gangvolumens der Schnecke beträgt zweckmäßig 1,5 : 1 bis 10 : 1, vorzugsweise 1,5 : 1 bis 3 : 1.

Eine bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, daß sich das Verhältnis der Förderquerschnittsfläche der Schnecke des Austrittsendes der Schnecke zur Summe der Öffnungsquerschnitte der Matrize wie 1,5 : 1 bis 10 : 1, vorzugsweise 1,8 : 1 bis 3,0 : 1, verhält.

Ein besonders effektives Verdichten der Biomasse wird dadurch erzielt, wenn die Schneckengänge von 25 Schneckenflanken gebildet sind, die in Förderrichtung nach vorne geneigt sind, wobei vorzugsweise die Schneckenflanken gegenüber einer zur Drehachse der Schnecke vertikal gerichteten Ebene einen Neigungswinkel zwischen 3 und 7°, vorzugsweise einen Neigungswinkel von 5° einschließen.

Hierbei ist zweckmäßig ein Überhang der vorderseitigen Schneckenflanken in der Größenordnung von mindestens 3 mm, vorzugsweise von 4 mm, vorgesehen.

30     Die Erfindung ist anhand der Zeichnung nachstehend näher erläutert, wobei Fig. 1 einen Achsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung, Fig. 2 ein Detail II der Fig. 1 in vergrößertem Maßstab und die Fig. 3 und 4 ein Detail einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Schnitt (Fig. 3) und in Ansicht (Fig. 4) zeigen.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung weist einen Schneckenextruder 1 auf, der mit einer, vorzugsweise 35 einzigen, Schnecke 2 bestückt ist, die ein gegen ihr Austrittsende 3 sich vermindern des Gangvolumen besitzt. Ein Antriebsstummel 4 der Schnecke 2 ragt an einem Ende des die Schnecke aufnehmenden Gehäuses 5 nach außen und ist über nicht dargestellte Wälzlager im Gehäuse abgestützt. Die Schnecke 2 besitzt einen zylindrischen Schaftkern 6, der an seinem vorderen Ende 3 in einen Absatz 7 geringeren Durchmessers übergeht. Dieser Absatz ist in einer das Gehäuse 5 am vorderen Ende 3 abschließenden 40 Matrize 8 gelagert.

Der erste Teil 9 der Schnecke 2, der sich unter einer für die Biomasse vorgesehenen Füllöffnung 10 des Gehäuses 5 befindet, ist zylindrisch gestaltet, d.h. hier vermindert sich das Gangvolumen der Schnecke 2 noch nicht. An diesen zylindrischen Teil 9 schließt ein Schneckenteil 11 an, der außen von einem Kegelmantel 12 umhüllt wird. Dieser Kegel weist einen Öffnungswinkel  $\alpha$  von etwa 9° auf. Im Zusammen- 45 wirken mit dem zylindrischen Schaft 6 der Schnecke 2 ergibt sich für diesen Teil 11 der Schnecke 2 ein sich vermindern des Gangvolumen, wodurch eine erste Verdichtungsstufe für die Biomasse gebildet ist. Die Schneckenflanken 13 sind gegenüber der Drehachse 14 nach vorne geneigt, u.zw. mit einem Neigungswinkel  $\beta$  (vgl. Fig. 2), der zwischen 3 und 7°, vorzugsweise bei 5°, liegt. Hierdurch ergibt sich ein Überhang 15 von etwa 4 mm gegenüber einer vertikal zur Drehachse 14 der Schnecke 2 gerichteten Ebene.

50     Das Gehäuse 5 ist innenseitig mit Führungsleisten 16 versehen, die ein Miterehen der Biomasse verhindern. Die am in Förderrichtung vorderen Ende 3 der Schnecke 2 bzw. des Gehäuses 5 befestigte Matrize 8 ist mit einer Mehrzahl im Bereich des Schneckenganges 17 der Schnecke 2 angeordneter Öffnungen 18 versehen. Diese Öffnungen 18 sind an den der Schnecke 2 zugewandten Endbereichen 19 kegelförmig gestaltet, wobei der Öffnungswinkel  $\gamma$  etwa 15° beträgt. Hierdurch ergibt sich eine zweite 55 Verdichtungsstufe für die Biomasse, die kontinuierlich mittels der Schnecke durch die Öffnungen 18 gepreßt wird.

An diesen kegelförmigen Bereich 19 der Öffnungen 18 schließt ein relativ kurzer zylindrischer Teil 20 an, dessen Durchmesser dem kleinsten Durchmesser des kegelförmigen Bereiches 19 der Öffnungen 18

entspricht. An diesen zylindrischen Teil schließt ein weiterer zylindrischer Teil 21 der Öffnungen 18 an, dessen Durchmesser jedoch größer ist als der engste Durchmesser der Öffnungen 18 der Matrize 8.

Gemäß der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform sind die Öffnungen einreihig vorgesehen. Der größte Durchmesser des kegelförmigen Bereiches 19 der Öffnungen 18, der an der innenseitigen Fläche der Matrize 8 liegt, ist größer als die lichte Weite des Schneckenganges 17 am vorderen Ende 3 der Schnecke 2.

Das Gangvolumen der Schnecke 2 vermindert sich etwa im Verhältnis 3 : 1. Das Verhältnis der Förderquerschnittsfläche der Schnecke am Austrittsende 3 der Schnecke 2 zur Summe aller größten Querschnitte der Öffnungen 18 der Matrize 8 liegt gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel bei etwa 2 : 1.

Gemäß der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform der Matrize 8 sind die Öffnungen 18 zweireihig vorgesehen. Der Öffnungswinkel  $\gamma$  der kegelförmig gestalteten innenseitigen Endbereiche 19 der Öffnungen 18 ist etwas geringer. Er beträgt etwa  $12^\circ$ .

Zusätzlich zur durch die Verdichtung der Biomasse während der beiden Verdichtungsstufen stattfindenden Erwärmung kann eine weitere Erhitzung durch eine am Gehäuse 5 und/oder an der Matrize 8 angeordnete Heizeinrichtung 22 bewirkt werden. Diese Heizeinrichtungen 22 können außen am Gehäuse 5 bzw. an der Matrize 8 oder in Ausnehmungen 23 derselben (Fig. 3) angeordnet sein.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung können gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren folgende Biomasse-Rohstoffe eingesetzt werden: Holzsägespäne, Holzhobelspäne, Rinde, Holzschleifabfälle, Stroh gehäckselt, Tischlereiabfälle, Heu gehäckselt, Laub, Energiepflanzen (z.B. Chinagrass), Hackschnitzel, Ernterückstände (z.B. Maisspindeln), Waldabfälle (Zweige, Nadeln), Torf u.a..

Die Aufgabefeuchte einer solchen Biomasse beträgt in der Regel 15 bis 30 % Wassergehalt. Die Korngröße kann bis zu 70 mm, vorzugsweise bis zu 50 mm betragen. Diese Rohstoffe brauchen daher im Normalfall nicht extra zerkleinert oder gemahlen zu werden. Das Schüttgewicht dieser Rohstoffe liegt bei 15 % Wassergehalt bei:

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Holz, Holzabfälle: | 155 - 250 kg/m <sup>3</sup> |
| Stroh, Laub:       | 80 - 100 kg/m <sup>3</sup>  |

und bei 30 % Wassergehalt bei:

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Holz, Holzabfälle: | 180 - 280 kg/m <sup>3</sup> |
| Stroh, Laub:       | 100 - 150 kg/m <sup>3</sup> |

Der Heizwert beträgt

|                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| mit 15 % Wassergehalt: | 650 - 1000 kWh/m <sup>3</sup> |
| mit 30 % Wassergehalt: | 600 - 900 kWh/m <sup>3</sup>  |

Aschegehalt:

|        |         |
|--------|---------|
| Holz:  | 1 - 2 % |
| Stroh: | 3 %     |

Elementaranalyse (Gew.%):

|   | Stroh | Holz |
|---|-------|------|
| C | 52    | 50   |
| H | 6,5   | 6    |
| O | 41    | 44   |

| Hauptbestandteile der Biomasse (Gew.%): |      |
|---|------|
| Cellulose:                              | 45 % |
| Hemicellulose:                          | 25 % |
| Lignin:                                 | 25 % |
| Wachse:                                 | 2 %  |
| Asche:                                  | 3 %  |

| Rohstoffe dieser Art weisen folgende Heizwerte auf: |                |
|---|----------------|
| Heizwert (trocken)                                  | ca. 5 kWh/kg   |
| Heizwert (15 % Wasser)                              | ca. 4,2 kWh/kg |
| Heizwert (30 % Wasser)                              | ca. 3,3 kWh/kg |

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lassen sich Pellets der nachstehenden Spezifikation, ohne daß die Zugabe eines Bindermittels erforderlich wäre, herstellen:

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Durchmesser:                  | 10 - 25 mm                                 |
| Länge:                        | 10 - 50 mm                                 |
| Schüttgewicht:                | 800 - 1400 kg/m <sup>3</sup>               |
| Wassergehalt:                 | 6 - 10 %                                   |
| Heizwert (6 % Wasser):        | 4,7 - 5,2 kWh/kg (je nach Aufgabematerial) |
| Heizwert bezogen auf Volumen: | 3750 - 7300 kWh/m <sup>3</sup>             |
| Asche:                        | 1 - 3 % (je nach Aufgabematerial)          |

Wesentlich ist die Heizwertssteigerung pro Volumseinheit auf das 5- bis 10-Fache. Der dazu benötigte Energieaufwand (für die Verdichtung) ist geringer als ein Zehntel des Energieinhaltes des Produktes. Bei einem Probetrieb betrug der Energieaufwand ein Zwanzigstel.

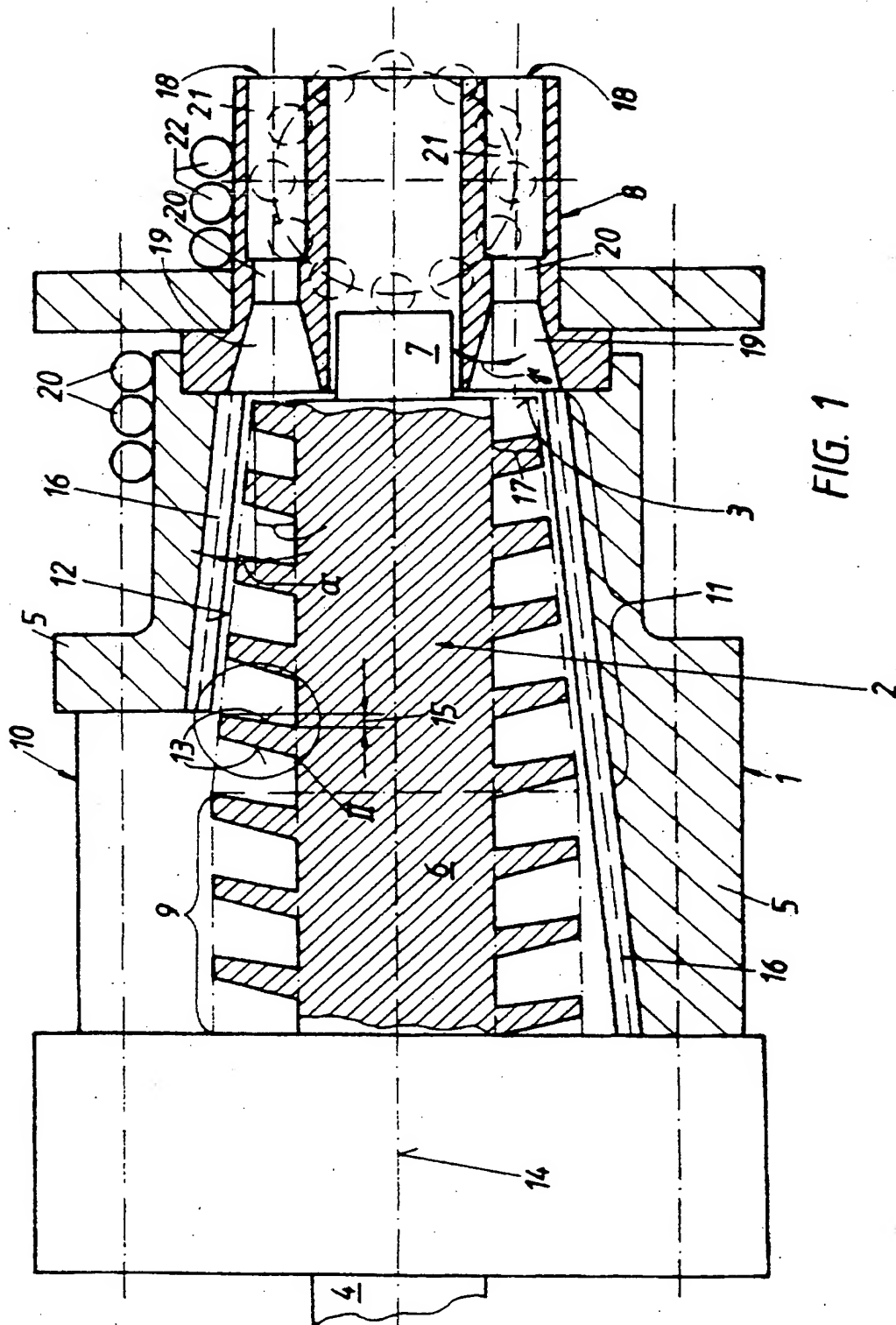
#### Patentansprüche

- Verfahren zum kontinuierlichen Herstellen von stückigem Brennmaterial aus Biomasse durch Verdichten und Schneckenextrudieren, **dadurch gekennzeichnet**, daß zur Herstellung von ausschließlich aus Biomasse bestehendem Brennmaterial in Form von Pellets die Verdichtung in zwei Stufen durchgeführt wird, nämlich erstens durch einen sich infolge eines verminderten Gangvolumens einer Schnecke (2) des Schneckenextruders einstellenden Preßvorgang und zweitens durch einen nach Austritt des vorverdichteten Brennmaterials aus dem Schneckengang (17) durchgeführten Verdichtungsschritt, der ein kontinuierliches Schieben der Biomasse durch eine Mehrzahl von im Bereich des Schneckenganges (17) angeordneten sich in Schieberichtung im Querschnitt verjüngenden Öffnungen (18) beinhaltet.
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Biomasse während des ersten Verdichtungsschrittes auf 100 bis 400 °C erhitzt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Biomasse während des zweiten Verdichtungsschrittes auf 100 bis 400 °C erhitzt wird.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Biomasse von Holzsägespänen und/oder Holzhobelspänen und/oder Rinde und oder Holzschleifabfällen und/oder Stroh und/oder Tischlereiabfällen und/oder Heu und/oder Laub und/oder Energiepflanzen, wie Chinagrass, und/oder Hackschnitzeln und/oder Ernterückständen, wie Maisspindel, und oder Waldabfällen, wie Zweigen, Nadeln, und/oder Torf gebildet wird.
- Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Biomasse von Stücken, deren größte Abmessungen bis zu 70 mm, vorzugsweise bis zu 50 mm, betragen, gebildet wird und daß daraus Pellets mit einem Durchmesser zwischen 5 und 40 mm.

vorzugsweise zwischen 10 und 25 mm, und einer Länge zwischen 5 und 70 mm, vorzugsweise zwischen 10 und 50 mm, gebildet werden.

6. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, mit einer in einem Gehäuse (5) umlaufende Schnecke (2) aufweisenden Schneckenextruder, gekennzeichnet durch die Kombination folgender Merkmale:
  - eine Schnecke (2) mit einem gegen das Austrittsende (3) sich vermindern dem Gangvolumen und
  - eine am Austrittsende (3) der Schnecke (2) angeordnete Matrize (8) mit einer Mehrzahl im Bereich des Schneckenganges (17) der Schnecke (2) angeordneter Öffnungen (18), deren dem Austrittsende der Schnecke (2) zugewandten Endbereiche (19) in Förderrichtung sich im Querschnitt verjüngend, vorzugsweise kegelförmig, gestaltet sind.
7. Einrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schnecke (2) zumindest teilweise konisch ausgebildet ist.
8. Einrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schaft (6) der Schnecke (2) zylindrisch ausgebildet ist und ein die Schnecke (2) außen umhüllender Kegelmantel (12) einen Öffnungswinkel ( $\alpha$ ) im Bereich von 5 bis 30° aufweist.
9. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die kegelförmig gestalteten Endbereiche (19) der Matrize (8) einen Öffnungswinkel ( $\gamma$ ) im Bereich von 5 bis 30° aufweisen.
10. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die kegelförmigen Endbereiche (19) einreihig angeordnet sind und die schneckenseitig liegenden Enden der kegelförmigen Endbereiche (19) einen Durchmesser aufweisen, der größer ist als die lichte Weite des Schneckenganges (17) am Ende (3) der Schnecke (2).
11. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Öffnungen (18) der Matrize (8) mehrreihig angeordnet sind.
12. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verminderung des Gangvolumens der Schnecke (2) 1,5 : 1 bis 10 : 1, vorzugsweise 1,5 : 1 bis 3 : 1, beträgt.
13. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich das Verhältnis der Förderquerschnittsfläche der Schnecke (2) des Austrittsendes (3) der Schnecke (2) zur Summe der Öffnungsquerschnitte der Matrize (8) wie 1,5 : 1 bis 10 : 1, vorzugsweise 1,8 : 1 bis 3,0 : 1, verhält.
14. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneckengänge von Schneckenflanken (13) gebildet sind, die in Förderrichtung nach vorne geneigt sind.
15. Einrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schneckenflanken (13) gegenüber einer zur Drehachse (14) der Schnecke (2) vertikal gerichteten Ebene einen Neigungswinkel zwischen 3 und 7°, vorzugsweise einen Neigungswinkel von 5°, einschließen.
16. Einrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Überhang (15) der vorderseitigen Schneckenflanken (13) in der Größenordnung von mindestens 3 mm, vorzugsweise von 4 mm, liegt.

Hiezu 2 Blatt Zeichnungen



**FIG. 1**

**BEST AVAILABLE COPY**

